

⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 195 07 086 C 2

⑥① Int. Cl.®:
F 15 B 13/02

⑳ Aktenzeichen: 195 07 086.0-53
㉑ Anmeldetag: 1. 3. 95
㉒ Offenlegungstag: 5. 9. 98
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 30. 1. 97

DE 195 07 086 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉔ Patentinhaber:
Danfoss A/S, Nordborg, DK

㉕ Vertreter:
U. Knoblauch und Kollegen, 60320 Frankfurt

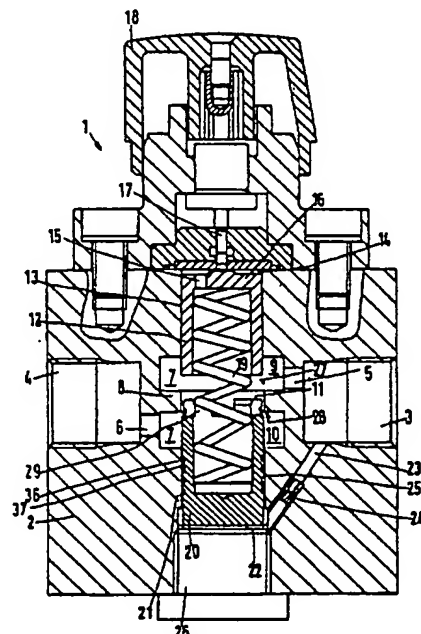
㉖ Erfinder:
Nielsen, Høje, Sydals, DK

㉗ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 43 41 848 A1
DE 39 15 584 A1

㉘ Wasserhydraulik-Regelventil

㉙ Wasserhydraulik-Regelventil mit einer Drosseleinrichtung (28), die ein Drosselement (20) aufweist, das als Kolben ausgebildet ist und mit einem Gegenstück (8) zusammenwirkt, das eine im wesentlichen hohlzylindrische Bohrung (11) aufweist, in die das Drosselement (20) mit einem Ende (29) hineinragt, wobei in Umfangsrichtung verteilt mehrere einen Strömungspfad durch den Überdeckungsbereich zwischen Drosselement (20) und Gegenstück (8) bildende Ausnehmungen (30) im Drosselement (20) oder im Gegenstück (8) vorgesehen sind und in Umfangsrichtung verteilt eine Drucktaschenanordnung (33) vorgesehen ist, die mit den Ausnehmungen (30) in Flüssigkeitsverbindung steht und zumindest teilweise im Überdeckungsbereich angeordnet ist.



DE 195 07 086 C 2

DE 195 07 086 C2

1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Wasserhydraulik-Regelventil.

Nachdem aus Gründen des Umweltschutzes viele Hydrauliköle wegen ihrer Giftigkeit kritischer betrachtet werden, ist man teilweise dazu übergegangen, Wasser als Hydraulikflüssigkeit zu verwenden. Die Verwendung von Wasser als Hydraulikflüssigkeit hat viele Vorteile. Insbesondere ist durch die Verwendung von Wasser als Hydraulikflüssigkeit keine Umweltbelastung zu erwarten. Die Verwendung von Wasser bedingt jedoch einige technische Probleme, die bei der Verwendung von Ölen als Hydraulikflüssigkeit nebensächlich waren. So hat Wasser beispielsweise praktisch keine schmierenden Eigenschaften im Gegensatz zu Ölen. Darüber hinaus hat Wasser in der Regel auch einen wesentlich niedrigeren Siedepunkt als die bislang verwendeten hydraulischen Öle. Dies kann beispielsweise zu Dampfblasen führen, die unter Umständen ihrerseits wieder Kavitationsprobleme nach sich ziehen können.

Auch in einem hydraulischen Kreis, der mit Wasser als Hydraulikflüssigkeit betrieben wird, ist vielfach eine Regelung des Druckes oder der Durchflußmenge der Hydraulikflüssigkeit erforderlich. Hydraulische Regelventile sind in vielen Ausführungsformen bekannt, jedoch lassen sich nicht alle hydraulischen Regelventile problemlos bei einer Wasserhydraulik einsetzen.

Die meisten Regelventile beinhalten ein Verstellelement, das auf die eine oder andere Art einen Strömungspfad mehr oder weniger weit freigibt. Mit anderen Worten bildet das Verstellelement mit einem Gegenstück eine verstellbare Drossel. Auf das Verstellelement wirken hierbei in der Regel zwei entgegengesetzte Kräfte. Bei der Regelung stellt sich nun die Lage des Verstellelements so ein, daß ein Kräftegleichgewicht herrscht. Diese Prinzipien sind an sich bekannt und müssen daher nicht weiter vertieft werden.

Ein gutes Regelventil soll möglichst schnell auf Änderungen reagieren können, wobei diese Änderungen sowohl auf der Ausgangsseite auftreten können, wenn sich die Belastung oder der Istwert ändert, als auch auf der Eingangsseite, wenn sich die Eingangsgröße, beispielsweise der hydraulische Druck, ändert. Ferner können Änderungen auftreten, wenn die Führungsgröße oder der Sollwert verändert wird. Die Reaktion des Regelventils besteht kurz gesagt im wesentlichen darin, daß das Verstellelement seine Position ändert. Der Geschwindigkeit, mit der das Verstellelement seine Position ändern kann, sind allerdings Grenzen gesetzt. Zum einen hat das Verstellelement eine gewisse Masse, deren Trägheit überwunden werden muß. Dieses Problem existiert auch bei Ventilen, die bislang für die Öl-Hydraulik eingesetzt wurden. Zum anderen muß das Verstellelement aber auch eine gewisse Reibung überwinden. Insbesondere beim Beginn einer Bewegung ist diese Reibung quasi eine Haft-Reibung und damit relativ groß. Bei Öl als Hydraulikflüssigkeit wird diese Haftreibung durch die schmierende Wirkung des Öls ganz drastisch herabgesetzt, so daß das Problem bisher von untergeordneter Bedeutung war. Bei Wasser als Hydraulikflüssigkeit hat man jedoch beobachtet, daß sich das Verstellelement bei kleineren Änderungen nicht in zufriedenstellendem Maße bewegt, beispielsweise dann, wenn die durch eine Änderung hervorgerufene Kräfteffferenz über das Verstellelement nicht groß genug war. In diesem Fall ist die Regelung durch das Regelventil ausgesprochen unbefriedigend.

2

GB 2 014 277 A zeigt ein Ventil zur Regelung eines konstanten Durchflusses mit einem Drosselement, das als Hohlkolben ausgebildet ist, der in einem Hohlzylinder angeordnet und gegen die Kraft einer Feder in Abhängigkeit von den herrschenden Druckverhältnissen verschiebbar ist. Der Kolben verschließt mit seiner Wand eine Ausgangsöffnung aus dem Zylinder. Der Kolben ist an seiner entgegengesetzten Stirnseite mit einer Eingangsöffnung versehen.

DE 29 17 851 C2 zeigt ein hydraulisches Mengenregelventil für Wasserverteiler des Untertage-Betriebs, bei dem das Drosselement stationär und das Gegenstück beweglich angeordnet ist. Das Drosselement weist hierbei die Form eines Hohlzylinders auf, in dessen Wand eine oder mehrere Abflußbohrungen angeordnet sind. Wenn das Gegenstück unter Druck gesetzt wird, verschiebt es sich über das Drosselement so, daß die Abflußbohrung mehr oder weniger verschlossen wird.

DE 39 15 584 A1 beschreibt einen hydraulischen Drosselschieber mit einem in einer Zylinderbohrung axial bewegbaren Kolben. Zur Vermeidung großer axialer Strömungskräfte, die beim Einsatz von langen axialen Drosselnuten auftreten, werden hier Abschlußblenden verwendet, die als axiale Begrenzungen der Drosselnuten vorgesehen sind. Sie besitzen mit den Drosselnuten verbundene Durchflußlöcher, je einen Auslauf für die Drosselnuten und/oder senkrecht oder schräg zur Zylinderachse stehende Abschlußflächen. Die Querschnittsgrößen der Drosselnuten werden am Ende des Auslaufs oder der Abschlußflächen auf einen niedrigen Wert oder sogar auf Null zurückgeführt. Damit wird der Drosselschieber zum Einsatz in Regelkreisen geeignet.

DE 43 41 848 A1 zeigt ein Regelventil mit einem Gehäuse, das einen Eingangsanschluß und einen Ausgangsanschluß aufweist, die durch einen Strömungspfad miteinander verbunden sind, in dem eine Drosseleinrichtung angeordnet ist. Um einen Volumenstrom unabhängig vom Belastungsdruck am Ausgangsanschluß konstant halten zu können, weist die Drosseleinrichtung eine Reihenschaltung einer ersten Drossel, deren Durchlaß von außen verstellbar ist, und eine zweite Drossel, deren Durchlaßrichtung druckabhängig verstellbar ist, auf.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Wasserhydraulik-Regelventil das Regelverhalten zu verbessern.

Diese Aufgabe wird durch ein Wasserhydraulik-Regelventil gelöst mit einer Drosseleinrichtung, die ein Drosselement aufweist, das als Kolben ausgebildet ist und mit einem Gegenstück zusammenwirkt, das eine im wesentlichen hohlzylindrische Bohrung aufweist, in die das Drosselement mit einem Ende hineinragt, wobei in Umfangsrichtung verteilt mehrere einen Strömungspfad durch den Überdeckungsbereich zwischen Drosselement und Gegenstück bildende Ausnehmungen im Drosselement oder im Gegenstück vorgesehen sind und in Umfangsrichtung verteilt eine Drucktaschenanordnung vorgesehen ist, die mit den Ausnehmungen in Flüssigkeitsverbindung steht und zumindest teilweise im Überdeckungsbereich angeordnet ist.

Bei dieser Ausgestaltung sorgt man dafür, daß das Drosselement allseitig mit unter Druck stehendem Wasser beaufschlagt ist. Hierzu dienen zum einen die in Umfangsrichtung verteilten Ausnehmungen, die dafür sorgen, daß die auf das Drosselement wirkenden Kräfte im wesentlichen so gerichtet sind, daß sie sich in

DE 195 07 086 C2

3

Radialrichtung gegenseitig aufheben. Man verhindert dadurch, daß sich das Drosselelement einseitig an das Gegenstück anlegt. Dies würde zu einer erheblichen Haftreibung führen, die den Beginn der Bewegung des Drosselements erschwert. Drastisch verbessert wird der Aufbau der Kräfte aber auch durch die Drucktaschenanordnung, die ebenfalls rings um das Drosselement vorgesehen ist und dafür sorgt, daß sich zwischen dem Drosselement und dem Gegenstück immer ein Druckpolster befindet, das ein Kräftegleichgewicht auf das Drosselement dergestalt ausübt, daß die Summe der radialen Kräfte auf das Drosselement gleich Null ist. Man kann daher das Drosselement mit einem relativ engen Spiel und kleinen Toleranzen in das Gegenstück einpassen. Durch den vorgeschlagenen Aufbau mit den Ausnehmungen und den damit kombinierten Drucktaschen ist immer dafür gesorgt, daß sich nicht nur ein Kräftegleichgewicht einstellt, das ein Anhaften des Drosselements am Gegenstück verhindert. Es werden auch Flüssigkeitspolster gebildet, die zu einem Wasserfilm zwischen dem Drosselement und dem Gegenstück führen. Auch wenn Wasser an sich keine schmierenden Eigenschaften hat, wird durch diesen Wasserfilm eine Herabsetzung der Reibung zwischen dem Drosselement und dem Gegenstück bewirkt, so daß auch kleine Kraftdifferenzen über das Drosselement ausreichen, um zu einer Verlagerung des Drosselements zu führen.

Bevorzugterweise ist die Drucktaschenanordnung durch eine umlaufende Nut gebildet. Diese Nut hat über den Umfang beispielsweise immer den gleichen Querschnitt oder ist zumindest so ausgebildet, daß der mit der wirksamen Fläche kombinierte Druck rings um das Drosselement gleichförmig ist. Damit wird einerseits gewährleistet, daß die Summe der radialen Kräfte auf das Drosselement minimiert wird. Zum anderen steht der Flüssigkeitsfilm, der aus dieser Drucktaschenanordnung gespeist wird, wirklich über den gesamten Umfang des Drosselements zur Verfügung.

Auch ist bevorzugt, daß mindestens drei Ausnehmungen vorgesehen sind und alle Ausnehmungen gleich groß und mit gleichem Abstand in Umfangsrichtung angeordnet sind. Dies erleichtert die Fertigung. Wenn man alle Ausnehmungen gleich groß macht und symmetrisch um den Umfang herum anordnet, ist sichergestellt, daß auch die Kräfte, die von dem Wasserdruck in den Ausnehmungen ausgeübt werden, in Umfangsrichtung verteilt gleich groß sind, so daß die Summe der radialen Kräfte Null wird.

Bevorzugterweise weist die Drucktaschenanordnung im Querschnitt einen bogenförmigen Grund auf. Dies verbessert die Strömungseigenschaften und erleichtert damit das Befüllen der Drucktaschenanordnung.

Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die Drucktaschenanordnung am Drosselement angeordnet ist und in einer mittleren Arbeitsposition einer drosselementseitigen Kante des Gegenstücks gegenüberliegt.

In diesem Fall dient die Drucktaschenanordnung gleichzeitig dazu, die Kante des Gegenstücks zu schonen. Das Wasser, das hier aus dem Überdeckungsbe- reich zwischen dem Drosselement und dem Gegenstück herausfließt, hat die Möglichkeit, um die Kante des Gegenstücks herum zu fließen, weil durch die Drucktaschenanordnung der entsprechende Platz zur Verfügung gestellt wird. Insbesondere im Zusammenhang mit der bogenförmigen Ausbildung des Grundes ergeben sich hier Verhältnisse, die einen Verschleiß die-

4

ser Kante drastisch vermindern. Dadurch, daß die Drucktaschenanordnung gerade im Bereich der Kante des Gegenstücks angeordnet ist, die Drucktaschenanordnung sich also zumindest mit einem Teil ihrer Fläche in einen Bereich öffnet, der nicht mehr vom Gegenstück abgedeckt ist, ist aber auch sichergestellt, daß hier immer eine gewisse Wasserströmung herrscht, die dafür sorgt, daß der Druck in der Drucktaschenanordnung aufgebaut bleibt. Dieser Druck muß nicht so groß wie der Eingangsdruck des Ventils sein. Er muß nur ausreichen, um das Drosselement zuverlässig von den Umfängswänden des Gegenstücks fernzuhalten.

Vorzugsweise ist das Drosselement zumindest im Bereich seines Endes als Hohlkolben ausgebildet, und die Ausnehmungen sind als Durchbrechungen der Wand des Hohlkolbens ausgebildet. In diesem Fall steht ein relativ großer Durchströmungsquerschnitt der Ausnehmungen für das Wasser als Strömungspfad zur Verfügung. Man kann den Druckabbau, der mit dem Drosselement erzielt werden soll, auf relativ eng umgrenzte, aber klar definierte Bereiche beschränken. Dies verringert ebenfalls den Verschleiß.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, daß das Drosselement auf einem Teil seiner Länge in einer Führung aufgenommen ist, die einen Flüssigkeitspfad zwischen Führung und Drosselement aufweist, wobei das Drosselement in einem Bereich innerhalb der Führung mindestens eine Nutanordnung aufweist, die punktsymmetrisch zur Achse des Drosselements angeordnet ist. Man erreicht hierdurch die Führung des Drosselements an zwei voneinander beabstandeten Positionen seiner Länge. Zum einen wird das Drosselement in dem Gegenstück durch die Drucktaschenanordnung so gehalten, daß möglichst keine Anlage zwischen Gegenstück und Drosselement erfolgt. Zum zweiten wird das Drosselement an einer davon entfernten Position aber zusätzlich noch geführt, was das Risiko einer Berührung zwischen dem Drosselement und seinem Gegenstück weiter verringert. In dieser Führung besteht allerdings das gleiche Problem, das das Drosselement durch eine Haftreibung in seiner Bewegungsfähigkeit beschränkt wird. Dieses Problem wird durch die punktsymmetrisch angeordnete Nutanordnung entschärft, die ebenfalls ein Druckpolster um das Drosselement herum bildet, das im Verhältnis zur Führung dazu führt, daß die Summe der radial wirkenden Kräfte praktisch gleich Null ist. Diese Nutanordnung wird durch den Flüssigkeitspfad permanent mit Wasser als Hydraulikflüssigkeit versorgt, so daß zumindest im Bereich der Nutanordnung ebenfalls ein Flüssigkeitsfilm aufgebaut werden kann, der die Bewegungsmöglichkeit des Drosselements weiter verbessert.

Dies gilt insbesondere dann, wenn die Nutanordnung durch eine Ringnut gebildet ist. In diesem Fall kann sich das Wasser als Hydraulikflüssigkeit gleichmäßig um das Drosselement herum verteilen und dementsprechend einen gleichförmigen Druck erzeugen. Gleichzeitig wird über den vollen Umfang des Drosselements die Möglichkeit geschaffen, den Flüssigkeitsfilm zu bilden.

Vorzugsweise sind mehrere Ringnuten axial verteilt vorgesehen, wobei benachbarte Ringnuten einen Abstand im Bereich von 0,5 mm bis 1,5 mm aufweisen. Mit dieser Ausbildung wird zum einen dafür Sorge getragen, daß das Kräftegleichgewicht nicht auf einen einzelnen Punkt in Axialrichtung gesehen beschränkt wird. Vielmehr wird die Nullsumme der radial wirkenden Kräfte an mehreren, axial voneinander beabstandeten Punkten

DE 195 07 086 C2

5

des Drosselements in der Führung erzeugt, so daß das Drosselement auch nicht um den einen Punkt herum kippen kann, an dem bei einer einzigen Nut dieses Kräftegleichgewicht herrscht. Durch den gewählten kleinen Abstand zwischen benachbarten Nuten wird dem Umstand Rechnung getragen, daß durch die Oberflächenspannung des Wassers eine Überbrückung dieses kleinen Abstandes stattfinden kann, so daß sich hier auch ohne eine größere Flüssigkeitszufuhr ein Wasserfilm aufbauen kann, der zu einer entsprechend kleinen Reibung des Drosselements in der Führung führt.

Auch ist bevorzugt, daß das Drosselement auf der Niederdruckseite des Gegenstücks angeordnet ist und in Schließrichtung von einem vom Eingangsdruck abhängigen Druck und in Öffnungsrichtung von einem vom Ausgangsdruck abhängigen Druck und eine Hilfskraft beaufschlagt ist. Die Hilfskraft kann beispielsweise von einer Feder erzeugt werden. Das Drosselement nimmt dann eine Stellung ein, in der die Hilfskraft genauso groß ist wie die Differenz zwischen den von Eingangs- bzw. Ausgangsdrücken hervorgerufene Kraftdifferenz. Die Ausgestaltung hat darüber hinaus den Vorteil, daß aufgrund des in der Regel höheren Eingangsdruckes eine Druckdifferenz so über das Drosselement gerichtet ist, daß durch den Flüssigkeitspfad die gewünschte Menge an Wasser fließen kann, um die Reibungsverhältnisse zu verbessern.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung sind das Drosselement und/oder das Gegenstück oberflächengehärtet. Hierdurch wird der Verschleiß herabgesetzt.

Darüber hinaus hat ein oberflächengehärtetes Teil in der Regel bessere Gleiteigenschaften.

Hierbei ist besonders bevorzugt, daß das Drosselement oder das Gegenstück eine Oberflächenschicht aus amorphem Kohlenstoff aufweist. Eine derartige Beschichtung hat diamantenartige Oberflächenqualitäten und ist in der Fachwelt auch als "diamond-like Carbon" bekannt, siehe hierzu US H1210 oder US 5 204 167. Eine derartige Oberflächenbeschichtung gewährleistet eine relativ lange Lebensdauer.

Bevorzugterweise liegt die Stärke der Oberflächenschicht im Bereich von 1 bis 1,5 µm. Eine derart dünne Schicht reicht aus, um das gewünschte Betriebsverhalten zu erreichen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Hierin zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch ein Regelventil,

Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt nach Fig. 1 und Fig. 3 eine Draufsicht auf ein Drosselement.

Die Erfindung wird am Beispiel eines Wasserhydraulik-Regelventils erläutert, das unabhängig von der Belastung an einem Verbraucher den Druck konstant halten soll.

Das Wasserhydraulik-Regelventil 1 weist ein Gehäuse 2 mit einem Eingangsanschluß 3 und einem Ausgangsanschluß 4 auf.

Im Eingangsanschluß 3 herrscht ein Eingangsdruck des Wassers, der beispielsweise von einer nicht näher dargestellten Druckquelle, wie einer Pumpe, bereitgestellt wird. Im Ausgangsanschluß 4 herrscht ein Ausgangsdruck des Wassers, der dem Eingangsdruck eines ebenfalls nicht näher dargestellten Verbrauchers entspricht. Dieser Verbraucher-Eingangsdruck ist in der Regel abhängig von der Belastung des Verbrauchers.

Der Eingangsanschluß 3 ist über eine erste Festdros-

6

sel 5 und der Ausgangsanschluß 4 ist über eine zweite Festdrossel 6 mit einer Kammer 7 verbunden, die durch eine Trennwand 8 in eine erste Hälfte 9, die mit dem Eingangsanschluß 3 verbunden ist, und eine zweite Hälfte 10, die mit dem Ausgangsanschluß 4 verbunden ist, unterteilt ist. Die Trennwand 8 weist eine hohlzylinderförmige Bohrung 11 auf, die die Verbindung zwischen der ersten und der zweiten Hälfte 9, 10 der Kammer 7 bildet. In die erste Hälfte ragt ein als Hohlzylinder ausgebildetes Verstellelement 12 hinein, das in einer Bohrung 13 im Gehäuse 2 auf der Seite der ersten Hälfte 9 der Kammer 7 geführt ist. Das Verstellelement 12 begrenzt auf der der Kammer 7 abgewandten Seite einen Druckraum 14, der über eine Öffnung 15 in der Stirnwand 16 mit dem gleichen Flüssigkeitsdruck wie die erste Hälfte 9 der Kammer 7 beaufschlagt ist. Diese Stirnwand 16 liegt an einem Einstellelement 17 an, das über einen Drehgriff 18 axial, also in Bewegungsrichtung des Verstellelements 12, verstellt werden kann, um die Position des Verstellelements 12 im Gehäuse 2 zu verändern bzw. festzulegen. Das Verstellelement 12 wird durch eine Druckfeder 19 gegen das Einstellelement 17 gedrückt. Die Druckfeder 19 ist hierbei im Innern des Verstellelements 12 aufgenommen, das hierzu als Hohlkolben ausgebildet ist.

Das andere Ende der Druckfeder 19 stützt sich im Innern eines ebenfalls als Hohlkolben ausgebildeten Drosselements 20 ab. Hierbei ist die Druckfeder 19 durch die Bohrung 11 in der Trennwand 8 geführt. Die Trennwand 8 bildet mit der Bohrung 11 ein Gegenstück, mit dem das Drosselement 20 zusammenwirkt.

Hierzu ragt das Drosselement 20 mit einem Ende 29 in die Bohrung 11 hinein. Der Außendurchmesser des Drosselements 20 entspricht hierbei im wesentlichen dem Innendurchmesser der Bohrung 11.

Wie insbesondere aus Fig. 2 und 3 ersichtlich ist, weist das Drosselement 20 an dem Ende 29, mit dem es in die Bohrung 11 ragt, als Schlitz ausgebildete Ausnehmungen 30 auf, die einen durch Pfeile 31 angedeuteten Strömungspfad für das Wasser durch den Überlappungsbereich zwischen Drosselement 20 und Bohrung 11 bilden. Dargestellt sind vier Ausnehmungen 30, die alle gleich groß sind und gleichmäßig über den Umfang des Drosselements 20 verteilt sind. Die Ausnehmungen 30 durchsetzen die Wand des hohlzylindrischen Drosselements 20 in diesem Bereich.

Ferner ist das Ende 29 des Drosselements 20 mit einer Drucktaschenanordnung 33 versehen, die im vorliegenden Fall als umlaufende Nut 34 ausgebildet ist, die das Drosselement 20 in diesem Bereich auf dem vollen Umfang umgibt. Die Nut 34 weist hierzu einen bogenförmigen Grund auf. Sie ist in einem Bereich angeordnet, der im normalen Betrieb einer Kante 35 der Trennwand 8 am drosselementseitigen Ende der Bohrung 11 gegenüberliegt. In dieser Nut 34 wird durch das durch die Ausnehmungen 30 ausströmende Wasser immer ein gewisser Druck aufrechterhalten, der dazu führt, daß das Drosselement 20 ringsum gleichmäßig mit radialen Druckkräften beaufschlagt wird, die dazu führen, daß das Drosselement 20 an keiner Stelle mit der Wand der Bohrung 11 in Berührung kommt. Darüber hinaus wird durch diese umlaufende Nut 34 ein Wasserreservoir bereitgestellt, aus dem ein Wasserfilm zwischen dem Drosselement 20 und der Trennwand 11 gespeist werden kann. Durch die bogenförmige Ausgestaltung des Grundes der umlaufenden Nut 34 werden Strömungsverhältnisse erzeugt, die den Verschleiß der Kante 35 sehr gering halten.

DE 195 07 086 C2

7

Das Drosselement 20 ist in einer Führung 21 im Gehäuse 2 axial verschiebbar gelagert. Innerhalb dieser Führung weist es mehrere, im vorliegenden Fall vier, Ringnuten 36 auf, die das Drosselement 20 an dessen Umfang umgeben. Zwischen den Ringnuten sind Stege 37 angeordnet, die eine Breite im Bereich von 0,5 bis 1,5 mm haben.

Das Drosselement 20 ist auf der der Druckfeder 19 abgewandten Seite vom Wasserdruck in einer Druckkammer 22 beaufschlagt, die über einen Kanal 23 mit dem Eingangsanschluß 3 in Verbindung steht. Im Kanal 23 ist ein auswechselbares oder einstellbares Düsenelement 24 angeordnet. Zwischen dem Drosselement 20 und dem Gehäuse 2 ist in der Bohrung 21 ein kleiner Spalt als Flüssigkeitspfad 25 ausgebildet. Dieser Spalt kann sehr klein sein. Er muß lediglich ausreichen, um einen Wasserfluß aus der Druckkammer 22 in die Kammer 7 zu ermöglichen. Dieses Wasser gelangt natürlich auch in die Ringnuten 36 und baut dort einen gewissen Druck auf, der dafür sorgt, daß das Drosselement 20 praktisch berührungsfrei in der Bohrung 21 geführt ist. Darüber hinaus stellt der Wasservorrat in den Ringnuten 36 ein Reservoir zur Verfügung, das die Bildung eines Wasserfilms zwischen dem Drosselement 20 und der Führung 21 erlaubt. Die Stege 37 sind nur so breit, daß aufgrund der Oberflächenspannung des Wassers ein zusammenhängender Film zwischen benachbarten Ringnuten 36 verbleiben kann. Die Druckkammer 22 ist durch einen Stopfen 26 verschlossen.

In bekannter Weise bildet nun das Verstellelement 12 mit der Trennwand 8 eine erste Drossel 27, die von außen verstellt werden kann, während das Drosselement 20 mit der Trennwand 8 eine zweite Drosseleinrichtung 28 bildet, die in Schließrichtung von einem vom Druck am Eingangsanschluß 3 abhängigen Druck und in Öffnungsrichtung von einem vom Druck am Ausgangsanschluß 4 abhängigen Druck und der Kraft der Druckfeder 19 als Hilfskraft beaufschlagt wird. Die Größe der ersten Drossel 27 ist über den Drehgriff 18 einstellbar, während sich die Größe der zweiten Drosseleinrichtung 28 in Abhängigkeit von der Belastung, d. h. dem Druck am Ausgangsanschluß 4 selbst einstellt. Der prinzipielle Aufbau eines derartigen Ventils ist bekannt und beispielsweise in der nachveröffentlichten deutschen Patentanmeldung P 43 41 848 beschrieben. Das Drosselement 20 ist aufgrund der Drucktaschenanordnung 33 im Überlappungsbereich zwischen Bohrung 11 und Ende 29 des Drosselements 20 so mit Wasserdruck beaufschlagt, daß es allseits einen gleichmäßigen Abstand zu der Innenwand der Bohrung 11 einhält. Das gleiche gilt für die Situation innerhalb der Führung 21. Darüber hinaus ist überall dafür gesorgt, daß sich ein Wasserfilm zwischen der Bohrung 11 bzw. der Führung 21 und dem Drosselement 20 aufbauen kann, der weiter zu einer Reibungsverminderung beiträgt. Dadurch, daß auch im Ruhezustand immer ein Flüssigkeitsstrom am Drosselement 20 vorbeifließt, und zwar sowohl in der Führung 21 als auch in der Bohrung 11, ist sichergestellt, daß eine notwendige Änderung der Position des Drosselements zumindest nicht durch eine Haftreibung verzögert wird. Das Regelventil 1 kann daher sehr schnell reagieren, weil das Drosselement 20 seine Position ändern kann, ohne größere Kräfte überwinden zu müssen.

Das Drosselement 20 ist oberflächengehärtet, d. h. es weist auf seiner Oberfläche eine Härtungsschicht aus amorphem Kohlenstoff auf. Eine derartige Härtungsschicht hat eine Stärke im Bereich von etwa 1 bis 1,5 µm.

8

Sie ist unter dem Namen "diamond-like Coating" bekannt, siehe hierzu US H1210 oder US 5 204 167. Eine derartige Oberflächenhärtung hilft zusätzlich, die Reibung zwischen dem Gehäuse 2 und dem Drosselement 20 herabzusetzen und den Verschleiß zu vermindern. Das gute Verhalten des Regelventils kann daher über einen recht langen Zeitraum beibehalten werden.

Patentansprüche

1. Wasserhydraulik-Regelventil mit einer Drosseleinrichtung (28), die ein Drosselement (20) aufweist, das als Kolben ausgebildet ist und mit einem Gegenstück (8) zusammenwirkt, das eine im wesentlichen hohlzylindrische Bohrung (11) aufweist, in die das Drosselement (20) mit einem Ende (29) hineinragt, wobei in Umfangsrichtung verteilt mehrere einen Strömungspfad durch den Überdeckungsbereich zwischen Drosselement (20) und Gegenstück (8) bildende Ausnehmungen (30) im Drosselement (20) oder im Gegenstück (8) vorgesehen sind und in Umfangsrichtung verteilt eine Drucktaschenanordnung (33) vorgesehen ist, die mit den Ausnehmungen (30) in Flüssigkeitsverbindung steht und zumindest teilweise im Überdeckungsbereich angeordnet ist.
2. Regelventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Drucktaschenanordnung (33) durch eine umlaufende Nut (34) gebildet ist.
3. Regelventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens drei Ausnehmungen (30) vorgesehen sind und alle Ausnehmungen gleich groß und mit gleichem Abstand in Umfangsrichtung angeordnet sind.
4. Regelventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Drucktaschenanordnung (33) im Querschnitt einen bogenförmigen Grund aufweist.
5. Regelventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Drucktaschenanordnung (33) am Drosselement (20) angeordnet ist und in einer mittleren Arbeitsposition einer drosselementseitigen Kante (35) des Gegenstücks (8) gegenüberliegt.
6. Regelventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Drosselement (20) zumindest im Bereich seines Endes (29) als Hohlkolben ausgebildet ist und die Ausnehmungen als Durchbrechungen einer Wand (32) des Hohlkolbens ausgebildet sind.
7. Regelventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Drosselement (20) auf einem Teil seiner Länge in einer Führung (21) aufgenommen ist, die einen Flüssigkeitspfad (25) zwischen Führung (21) und Drosselement (20) aufweist, wobei das Drosselement (20) in einem Bereich innerhalb der Führung (21) mindestens eine Nutanordnung aufweist, die punktsymmetrisch zur Achse des Drosselements (20) angeordnet ist.
8. Regelventil nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Nutanordnung durch eine Ringnut (36) gebildet ist.
9. Regelventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Ringnuten (36) axial verteilt vorgesehen sind, wobei benachbarte Ringnuten (36) einen Abstand im Bereich von 0,5 mm bis 1,5 mm aufweisen.

DE 195 07 086 C2

9

10

10. Regelventil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Drosselement (20) auf der Niederdruckseite des Gegenstücks (8) angeordnet ist und in Schließrichtung von einem vom Eingangsdruck abhängigen Druck und in Öffnungsrichtung von einem vom Ausgangsdruck abhängigen Druck und eine Hilfskraft beaufschlagt ist. 5
11. Regelventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Drosselement (20) und/oder das Gegenstück (8) oberflächengehärtet sind. 10
12. Regelventil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Drosselement (20) oder das Gegenstück (8) eine Oberflächenschicht aus amorphem Kohlenstoff aufweist. 15
13. Regelventil nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Stärke der Oberflächenschicht im Bereich von 1 bis 1,5 µm liegt. 20

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:

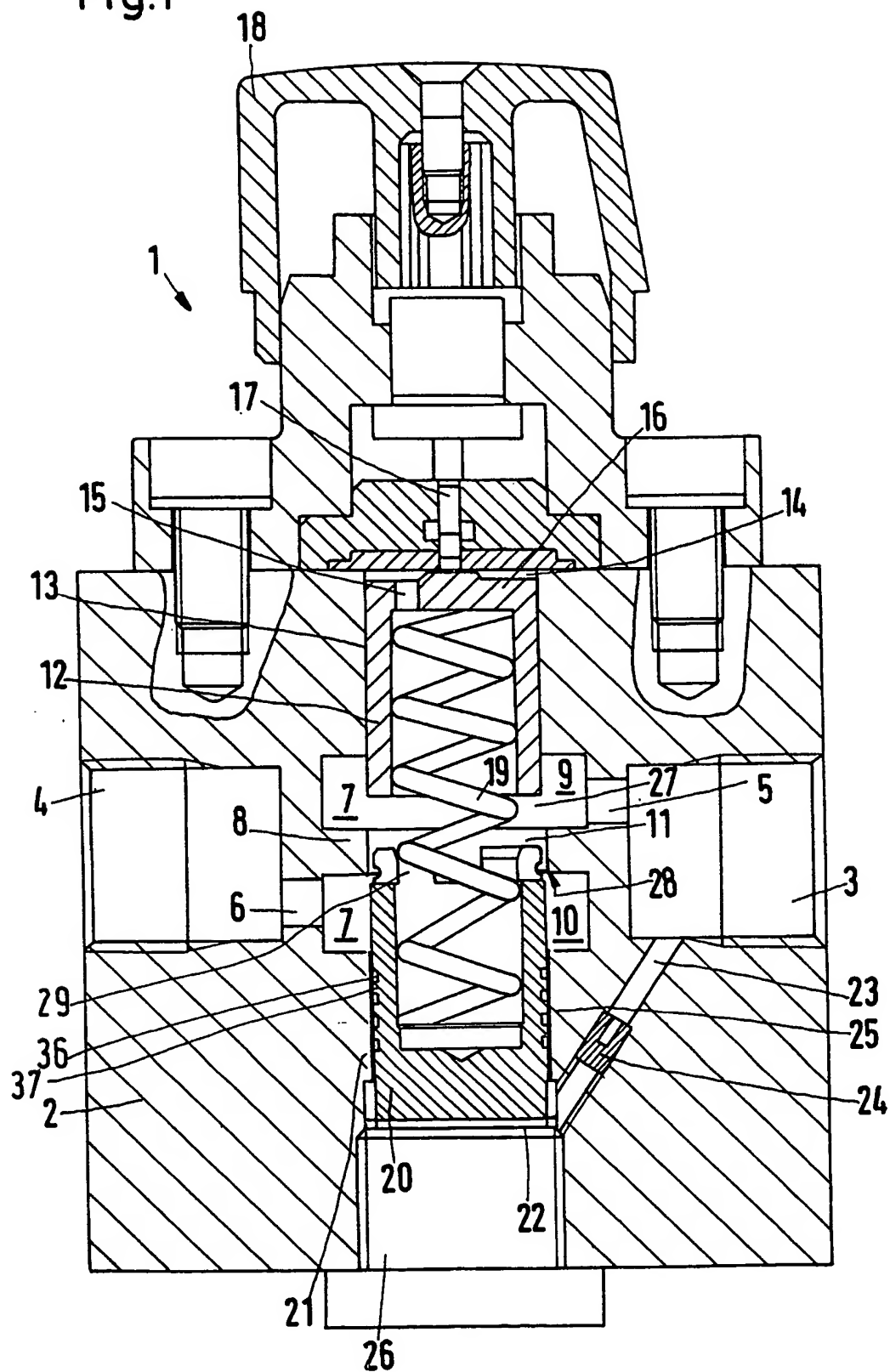
DE 195 07 086 C2

Int. Cl.⁶:

F 15 B 13/02

Veröffentlichungstag: 30. Januar 1997

Fig.1



ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer: DE 195 07 086 C2
Int. Cl.⁶: F 15 B 13/02
Veröffentlichungstag: 30. Januar 1997

Fig.3

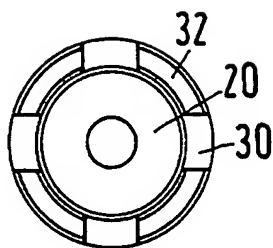


Fig.2

